



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 13 240 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 L 12/28**  
G 06 F 13/12

⑲ Aktenzeichen: 197 13 240.5  
⑳ Anmeldetag: 29. 3. 97  
㉓ Offenlegungstag: 1. 10. 98

**DE 197 13 240 A 1**

㉑ **Anmelder:**  
Endress + Hauser GmbH + Co, 79689 Maulburg, DE  
  
㉒ **Vertreter:**  
Prinz und Kollegen, 81241 München

㉑ **Erfinder:**  
Kölblin, Robert, 79539 Lörrach, DE; Eiche,  
Wolfgang, 79691 Neuenweg, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**  
DE 40 12 544 A1  
US 48 47 834  
EP 02 21 303 B1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Verfahren zur automatischen Adressenvergabe in einem CAN-Netz**

⑤⑦ Zur automatischen Adressenvergabe in einem CAN-Netz erzeugt jeder Busteilnehmer, dem noch keine Adresse zugeordnet ist, nach dem Einschalten des Systems einen Zufallswert für eine vorläufige Adresse. Nach der Aufforderung zum Beginn der Adressenvergabe schreibt jeder Busteilnehmer ein Telegramm mit Beanspruchung seiner vorläufigen Adresse in den CAN-Sendepuffer. Wenn ein Busteilnehmer ein Telegramm mit Beanspruchung einer Adresse empfängt, die seiner eigenen vorläufigen Adresse entspricht, wird ein neuer Zufallswert für eine vorläufige Adresse erzeugt und ein Telegramm mit Beanspruchung dieser vorläufigen Adresse in den CAN-Sendepuffer geschrieben. Wenn das Telegramm mit Beanspruchung der vorläufigen Adresse gesendet wird, bevor ein Telegramm mit Beanspruchung der gleichen vorläufigen Adresse empfangen worden ist, wird die vorläufige Adresse als endgültige Adresse in einem beschreibbaren nichtflüchtigen Speicher des Busteilnehmers abgelegt.

**DE 197 13 240 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Adressenvergabe in einem CAN-Netz mit mehreren Busteilnehmern, von denen ein Busteilnehmer als steuernde Station zur Einleitung der Adressenvergabe dient, wobei jedem Busteilnehmer eine einmalige Seriennummer zugewiesen ist, die in einem nichtflüchtigen Speicher des Busteilnehmers gespeichert ist, und wobei jeder Busteilnehmer einen beschreibbaren nichtflüchtigen Speicher besitzt.

Ein CAN-Netz ("Controller Area Network") ist ein Computer-Netz, das in technischen Bereichen, insbesondere in Kraftfahrzeugen sowie in der Meß- und Regeltechnik, zum Informationsaustausch zwischen Meß- und Steuergeräten dient. Der im CAN-Netz verwendete Bus ist ein Zweileiterbus. Während Kraftfahrzeuge gewöhnlich immer die gleichen Meß- und Steuergeräte enthalten, deren Adressen fest vorgeben sein können, handelt es sich in der Meß- und Regeltechnik um Netze mit einer variablen und zunächst unbekannten Anzahl von Busteilnehmern, denen Adressen von Fall zu Fall zugeteilt werden müssen.

Bisher wurden die Adressen von CAN-Busteilnehmern mittels Hardwareschaltern vom Anwender eingestellt. Hierbei besteht die Gefahr, daß durch Fehlbedienung die gleiche Adresse mehrfach vergeben wird. Zudem muß die Einstellung vorgenommen werden, bevor andere Konfigurationen durchgeführt werden können, was für den Anwender zusätzlichen Aufwand bedeuten kann. Ferner stellt die Adressenzuteilung eine Aktivität dar, deren Nutzen für den Anwender nicht unmittelbar ersichtlich ist, weil es für ihn letztlich belanglos ist, wie die einzelnen Busteilnehmer Informationen austauschen.

In der EP 0 221 303 B1 ist ein Verfahren zur automatischen Adressenzuteilung in einem Computernetz beschrieben. Dieses bekannte Verfahren setzt aber einen Bus mit mehr als zwei Leitern sowie das Vorhandensein eines Hauptrechners (host processor) voraus. Es ist daher für ein CAN-Netz nicht geeignet, bei welchem nur ein Zweileiterbus verfügbar ist und alle Busteilnehmer im wesentlichen gleichberechtigt sind.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens, das eine automatische Adressenvergabe in einem CAN-Netz ermöglicht.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe durch die folgenden Verfahrensschritte gelöst:

- jeder Busteilnehmer, dem noch keine Adresse zuge-  
teilt ist, erzeugt nach dem Einschalten des Systems einen ersten Zufallswert für eine vorläufige Adresse;
- nach Empfang einer von der steuernden Station gesendeten Aufforderung zum Beginn der Adressenvergabe wird jedem Busteilnehmer ein Telegramm mit Beanspruchung der durch den ersten Zufallswert bestimmten vorläufigen Adresse in den CAN-Sendepuffer geschrieben und auf die Berechtigung für den Buszugriff zum Senden des Telegramms gewartet;
- wenn ein Busteilnehmer ein Telegramm mit Beanspruchung einer Adresse empfängt, die nicht mit der eigenen vorläufigen Adresse übereinstimmt, wird diese Adresse in eine in einem Speicher des empfangenden Busteilnehmers gespeicherte Liste der erkannten Busteilnehmer eingetragen;
- wenn ein Busteilnehmer vor dem Senden des eigenen Telegramms ein Telegramm mit Beanspruchung einer Adresse empfängt, die mit der eigenen vorläufigen Adresse übereinstimmt, wird ein neuer erster Zufallswert für eine vorläufige Adresse erzeugt und ein Telegramm mit Beanspruchung dieser vorläufigen

Adresse in den CAN-Sendepuffer geschrieben;

- wenn das Telegramm mit Beanspruchung der eigenen vorläufigen Adresse gesendet wird, bevor ein Telegramm eines anderen Busteilnehmers mit Beanspruchung der gleichen vorläufigen Adresse empfangen worden ist, wird die eigene vorläufige Adresse als endgültige Adresse in die Liste der erkannten Busteilnehmer aufgenommen und im beschreibbaren nichtflüchtigen Speicher abgelegt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Erzeugung und Zuteilung der Adressen durch die einzelnen Busteilnehmer selbst; die steuernde Station bestimmt im wesentlichen nur die Einleitung der Adressenvergabe. Das Verfahren eignet sich daher besonders gut für ein Bussystem mit im wesentlichen gleichberechtigten Teilnehmern, und für die Anwendung des Verfahrens genügt ein Zweileiterbus.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß jeder Busteilnehmer zusammen mit dem ersten Zufallswert einen zweiten Zufallswert für eine Verzögerungszeit erzeugt und daß das Telegramm mit Beanspruchung der durch den ersten Zufallswert bestimmten vorläufigen Adresse nach Ablauf der durch den zweiten Zufallswert bestimmten Verzögerungszeit in den CAN-Sendepuffer geschrieben wird. Die durch die zufällig erzeugte Verzögerungszeit bewirkte zeitliche Versetzung der Beanspruchung der zufällig erzeugten vorläufigen Adressen verringert die Wahrscheinlichkeit, daß zwei oder mehr Busteilnehmer die gleiche Adresse erhalten.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand des in der einzigen Figur der Zeichnung dargestellten Flußdiagramms.

Für das erfindungsgemäße Verfahren zur automatischen Adressenvergabe bestehen die folgenden Voraussetzungen:

- Jedem CAN-Busteilnehmer ist im Werk eine einmalige Seriennummer zugewiesen worden, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert ist. Die Seriennummer ist auf dem Typenschild lesbar angebracht.
- Jeder CAN-Busteilnehmer enthält einen beschreibbaren nichtflüchtigen Speicher zur Speicherung der bei der automatischen Adressenvergabe ermittelten eigenen Adresse und der zugewiesenen Meßstellenbezeichnung.
- Jeder CAN-Busteilnehmer hat einen Speicher zur Speicherung einer Liste der erkannten Adressen der übrigen Busteilnehmer. Dieser Speicher kann ein flüchtiger Speicher sein.
- Jeder CAN-Busteilnehmer hat einen CAN-Sendepuffer und einen CAN-Empfangspuffer.
- Die automatische Adressenvergabe wird von einem hierfür vorbereiteten CAN-Busteilnehmer eingeleitet, der nachfolgend "steuernde Station" genannt wird. Die steuernde Station ist während der Adressenvergabe mit einem PC verbunden, über den der Anwender nach der Adressenvergabe die Meßstellenbezeichnungen eingeben kann.
- Die steuernde Station enthält einen beschreibbaren nichtflüchtigen Speicher zur Speicherung der ermittelten Istkonfiguration, insbesondere der Adressen und Seriennummern aller Busteilnehmer.
- Nach jedem Einschalten der Versorgungsspannung dürfen die Busteilnehmer erst nach Aufforderung

durch die steuernde Station Telegramme versenden. Bei Aufnahme zusätzlicher Busteilnehmer im laufenden Betrieb darf ein Busteilnehmer, wenn innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls keine Freigabe erfolgt, durch ein definiertes Präsenztelegamm der steuernden Station seine Präsenz mitteilen und um Erlaubnis der Adressenzuteilung bitten. Präsenztelegamm und Freigabetelegamm sind Rundruftelegramme, die ohne zugeteilte Adresse von allen Busteilnehmern empfangen werden können.

– Der CAN-Bus wird von allen Busteilnehmern ständig nach Rundruftelegrammen und Telegrammen anderer Busteilnehmer abgehört.

Das Flußdiagramm zeigt den Ablauf der Adressenvergabe bei der Erstinbetriebnahme aus der Sicht eines Busteilnehmers, der nicht die steuernde Station ist und an der Adressenvergabe teilnimmt. Das Verfahren läuft in den folgenden Schritten ab:

1. Nach dem Einschalten wird durch einen Statusentwurf im nichtflüchtigen Speicher des Busteilnehmers, der im Werk oder bei einem bestimmten Reset oder nach einer früheren Adressenvergabe erfolgt sein kann ist, angezeigt, ob dem Busteilnehmer bereits eine Adresse zugeteilt worden ist (Fall A) oder ob eine Adressenvergabe erforderlich ist (Fall B). Im Fall A geht der Busteilnehmer in den Normalbetrieb über, und er nimmt an der Adressenvergabe nicht teil.

Im Fall B sendet die steuernde Station zunächst durch ein Rundruftelegramm eine Liste mit den Adressen, die bereits reserviert sind. Bei der Erstinbetriebnahme des CAN-Netzes enthält die Liste nur die Adresse der steuernden Station sowie Adressen für Teilnehmer, die eine feste Funktion haben und an der Adressenvergabe nicht teilzunehmen brauchen. Bei späteren Erweiterungen enthält die Liste die Adressen der Busteilnehmer, die schon vor der Erweiterung präsent waren und für die CAN-Kommunikation vorbereitet worden sind.

Im Busteilnehmer wird mit Hilfe eines Zufallszahlengenerators ein erster Zufallswert für eine vorläufige Adresse und ein zweiter Zufallswert für eine Verzögerungszeit erzeugt; der Startwert für den Zufallsgenerator kann in beiden Fällen durch die Seriennummer bestimmt werden.

2. Nach der Aussendung der Liste der reservierten Adressen sendet die steuernde Station durch ein Rundruftelegramm die Aufforderung, mit der Adressenvergabe zu beginnen. Der Busteilnehmer startet die Uhr für die mittels des Zufallsgenerators ermittelte Verzögerungszeit.

3. Nach Ablauf der Verzögerungszeit schreibt jeder an der Adressenvergabe teilnehmende Busteilnehmer ein Telegramm mit der Beanspruchung seiner vorläufigen Adresse in seinen CAN-Sendepuffer, und er wartet auf die Berechtigung für den Buszugriff zum Senden des Telegramms.

4. Wenn die Berechtigung für den Buszugriff erteilt worden ist, können folgende Situationen entstehen:

- A. Der Busteilnehmer empfängt ein Telegramm, in dem eine Adresse beansprucht wird, die ungleich der eigenen vorläufigen Adresse ist. Diese Adresse wird vom Busteilnehmer in seine Liste der erkannten Busteilnehmer eingetragen.
- B. Der Busteilnehmer empfängt ein Telegramm, in dem eine Adresse beansprucht wird, die gleich der eigenen Adresse ist. Dies kann vorkommen,

wenn bei zwei oder mehr Busteilnehmern der Zufallsgenerator die gleiche Adresse erzeugt hat. In diesem Fall müssen durch den Zufallsgenerator neue Zufallswerte für eine vorläufige Adresse und eine Verzögerungszeit erzeugt werden. Die erzeugte vorläufige Adresse wird mit den in der Liste enthaltenen Adressen verglichen. Wenn die erzeugte vorläufige Adresse bereits in der Liste enthalten ist, wird der Vorgang wiederholt, bis eine Adresse gefunden ist, die in der Liste noch nicht aufgeführt ist. Dann wird die Uhr für die Verzögerungszeit erneut gestartet.

C. Das Telegramm mit der Beanspruchung der eigenen vorläufigen Adresse wurde gesendet, bevor ein anderer Busteilnehmer die gleiche Adresse beanspruchen konnte.

In diesem Fall kann der Busteilnehmer seinen Erfolg daran erkennen, daß er eine Sendebestätigung erhält, bevor er eine Empfangsbestätigung über ein Telegramm eines anderen Busteilnehmers mit Beanspruchung der gleichen Adresse empfängt. Wenn der Busteilnehmer somit erfolgreich war, trägt er die beanspruchte Adresse in die Liste der erkannten Busteilnehmer ein, und er speichert sie in seinem nichtflüchtigen Speicher, damit der Adressensuchvorgang nicht nach jedem weiteren Einschalten erneut durchgeführt werden muß.

In dem Flußdiagramm ist nicht berücksichtigt, daß es eine Situation gibt, in der nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, daß sich zwei oder mehr Busteilnehmer die gleiche Adresse zuweisen. Dieser Fall ist sehr unwahrscheinlich, denn er kann nur eintreten, wenn für diese Busteilnehmer die gleiche zufällige Verzögerungszeit bestimmt worden ist und wenn sich die Busteilnehmer auch sonst identisch verhalten, so daß sie exakt zur gleichen Zeit mit dem Senden des gleichen Telegramms beginnen. In diesem Fall des exakt gleichzeitigen Sendens kommt es nicht zur Kollision von dominanten und rezessiven Telegrammfeldern, und jeder Busteilnehmer detektiert das erfolgreiche Senden des eigenen Telegramms, bevor er den Empfang der gleichen Telegramme anderer Busteilnehmer detektiert. Diese Konstellation wird aber im Laufe des weiteren Verfahrens erkannt und behoben.

5. Wie alle Busteilnehmer führt auch die steuernde Station eine Liste der Adressen der erkannten Busteilnehmer. Nach dem Abschluß der Adressenvergabe wird anhand dieser Liste der Reihe nach jeder Busteilnehmer von der steuernden Station aufgefordert, seine Seriennummer mitzuteilen. Den Abschluß der Adressenvergabe, also wenn alle Busteilnehmer eine einzigartige Adresse besitzen, erkennt die steuernde Station an einer Busruhezeit, die einem Vielfachen der maximal erlaubten Verzögerungszeit entspricht.

Wenn der obige Sonderfall der mehrfachen Vergabe gleicher Adressen vorliegen sollte, wird dies daran erkannt, daß zwei oder mehr Stationen gleichzeitig versuchen, ihre Seriennummern zu senden. Dies wird in der steuernden Station festgestellt, die daraufhin alle Busteilnehmer mit gleicher Adresse zur erneuten Adressenvergabe auffordert. Die Liste der reservierten Adressen enthält dabei alle anderen, bereits sicher vergebenen Adressen.

6. Wenn alle Busteilnehmer ihre Seriennummer mitgeteilt haben, wird mit Hilfe der Seriennummern die Zu-

teilung der Meßstellenbezeichnungen vorgenommen. Hierzu wird auf dem angeschlossenen PC der Anwender aufgefordert, den ermittelten Seriennummern Meßstellenbezeichnungen zuzuweisen. Bei Mehrkanalgeräten gehört zu einer Seriennummer eine der Kanalzahl entsprechende Anzahl von Meßstellenbezeichnungen. Die zugewiesenen Meßstellenbezeichnungen werden von den Busteilnehmern ebenfalls im nichtflüchtigen Speicher abgelegt. Dann ändert jeder Busteilnehmer den Statuseintrag in seinem nichtflüchtigen Speicher in der Weise, daß nach dem nächsten Einschalten der Versorgungsspannung der Normalbetrieb ausgeführt wird. 7. Wenn alle Busteilnehmer ihre Adressen und Meßstellenbezeichnungen in ihren nichtflüchtigen Speichern abgelegt haben und die Istkonfiguration auch im nichtflüchtigen Speicher der steuernden Station hinterlegt ist, sendet die steuernde Station den Startbefehl für den Normalbetrieb, damit alle Teilnehmer synchron in den Normalbetrieb übergehen. Dies kann dazu dienen, zeitgleiche Sendeversuche der Busteilnehmer zu vermeiden, indem ausgehend vom Normalbetriebsbeginn Zeitscheiben definiert werden, in denen einzelne Busteilnehmer senden sollen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Adressenvergabe in einem CAN-Netz mit mehreren Busteilnehmern, von denen ein Busteilnehmer als steuernde Station zur Einleitung der Adressenvergabe dient, wobei jedem Busteilnehmer eine einmalige Seriennummer zugewiesen ist, die in einem nichtflüchtigen Speicher des Busteilnehmers gespeichert ist, und wobei jeder Busteilnehmer einen beschreibbaren nichtflüchtigen Speicher besitzt, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte:

- jeder Busteilnehmer, dem noch keine Adresse zugeteilt ist, erzeugt nach dem Einschalten des Systems einen ersten Zufallswert für eine vorläufige Adresse;
- nach Empfang einer von der steuernden Station gesendeten Aufforderung zum Beginn der Adressenvergabe wird von jedem Busteilnehmer ein Telegramm mit Beanspruchung der durch den ersten Zufallswert bestimmten vorläufigen Adresse in den CAN-Sendepuffer geschrieben und auf die Berechtigung für den Buszugriff zum Senden des Telegramms gewartet;
- wenn ein Busteilnehmer ein Telegramm mit Beanspruchung einer Adresse empfängt, die nicht mit der eigenen vorläufigen Adresse übereinstimmt, wird diese Adresse in eine in einem Speicher des empfangenden Busteilnehmers gespeicherte Liste der erkannten Busteilnehmer eingetragen;
- wenn ein Busteilnehmer vor dem Senden des eigenen Telegramms ein Telegramm mit Beanspruchung einer Adresse empfängt, die mit der eigenen vorläufigen Adresse übereinstimmt, wird ein neuer erster Zufallswert für eine vorläufige Adresse erzeugt und ein Telegramm mit Beanspruchung dieser vorläufigen Adresse in den CAN-Sendepuffer geschrieben;
- wenn das Telegramm mit Beanspruchung der eigenen vorläufigen Adresse gesendet wird, bevor ein Telegramm eines anderen Busteilnehmers mit Beanspruchung der gleichen vorläufigen Adresse

empfangen worden ist, wird die eigene vorläufige Adresse als endgültige Adresse in die Liste der erkannten Busteilnehmer aufgenommen und im beschreibbaren nichtflüchtigen Speicher abgelegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Busteilnehmer zusammen mit dem ersten Zufallswert einen zweiten Zufallswert für eine Verzögerungszeit erzeugt und daß das Telegramm mit Beanspruchung der durch den ersten Zufallswert bestimmten vorläufigen Adresse nach Ablauf der durch den zweiten Zufallswert bestimmten Verzögerungszeit in den CAN-Sendepuffer geschrieben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Zufallswert mittels eines Zufallsgenerators erzeugt wird und daß der Startwert für den Zufallsgenerator aus der Seriennummer abgeleitet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die steuernde Station nach dem Einschalten eine Liste der reservierten Adressen sendet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Erzeugen eines Zufallswertes für eine vorläufige Adresse diese vorläufige Adresse mit den in der Liste der erkannten Busteilnehmer gespeicherten Adressen verglichen wird und im Fall einer Übereinstimmung das Erzeugen des Zufallswertes wiederholt wird, bis keine Übereinstimmung mit einer gespeicherten Adresse festgestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die steuernde Station nach dem Abschluß der Adressenvergabe alle Busteilnehmer anhand der ihnen zugeteilten Adressen der Reihe nach auffordert, ihre Seriennummern zu senden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die steuernde Station Busteilnehmern, die ihre Seriennummern gleichzeitig zu senden versuchen, zur erneuten Adressenvergabe auffordert.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die steuernde Station, nachdem alle Busteilnehmer ihre Seriennummern gesendet haben, den Anwender über einen an die steuernde Station angeschlossenen Computer auffordert, jedem Busteilnehmer eine oder, im Fall eines Mehrkanalgeräts, für jeden Kanal eine Meßstellenbezeichnung zuzuweisen, und daß die Busteilnehmer die ihnen zugewiesenen Meßstellenbezeichnungen in ihre nichtflüchtigen Speicher eintragen.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

